

SZIGETÜZEMŰ HÁZTARTÁSI MÉRETŰ KISERŐMŰ (HMKE) MEGTÉRÜLÉSI IDEJÉNEK ELEMZÉSE

Somogyiné Molnár Judit

Absztrakt: A 413/2022. (X. 26.) rendelet értelmében a 2022. október 31. előtt az egyetemes szolgáltatónak benyújtott igénybejelentések alapján kivitelezett háztartási méretű kiserőművek (HMKE) táplálhatnak csak be a közüzemi hálózatba, így ma Magyarországon már csak szigetüzemű napelemes rendszerek telepítése lehetséges. A betáplálás lehetőségének felfüggesztése jelentősen megnöveli a napelemes rendszerek megtérülési idejét. A cikkben egy átlagos család havi energiafogyasztását fedező szigetüzemű HMKE megtérülési idejét vizsgálom különböző esetekben. Számításaim során 80%-os hatásfokot, 0,5%-os éves teljesítményromlást, 30 éves élettartamot és 1%-os éves villamosenergia-ár növekedést feltételezek. Továbbá figyelembe veszem a változó inflációs környezetet is, 5 és 10%-os értékkel számolok. Az elemzést lebontom olyan esetekre, amikor a felhasználó a napelemes rendszert teljes mértékben önerőből vagy állami támogatásból finanszírozza. Látni fogjuk, hogy az önerőből történő finanszírozás esetében a szigetüzemű HMKE a várható élettartama alatt egy meg nem térülő beruházás. Tehát állami támogatás nélkül a szigetüzemű HMKE megtérülési ideje kívül esik annak élettartamán, csak a teljes mértékben állami támogatásból finanszírozott beruházás térülhet meg.

Abstract: According to the decree 413/2022. (X. 26.), household-sized small power plants (HMKE) implemented based on the request submitted to the universal service provider before October 31, 2022 can only feed into the public utility network, so today in Hungary it is only possible to install off-grid photovoltaic systems. Suspending the possibility of the feed-in option significantly increases the payback period of photovoltaic systems. In this study, the payback period of an off-grid household-sized small power plant covers the monthly energy consumption of an average family is investigated in different cases. During my calculations an efficiency of 80%, 0.5% annual efficiency deterioration, a 30-year lifetime and 1% annual electricity price increase are assumed. The changing inflationary environment is also considered, the inflation is calculated with two values: 5 and 10%. The analysis is divided into the following cases: the consumer finances the household-sized small power plant entirely on its own or with state support. One will see that in the case of self-financing, the off-grid HMKE is a non-returnable investment during its expected lifetime. So, without state support, the payback period of the off-grid HMKE is outside of its lifetime, only the investment fully financed by state support can be paid off.

Kulcsszavak: háztartási méretű kiserőmű, napelemes rendszer, szigetüzem, megtérülési idő, kormányrendelet

Keywords: household-sized small power plant, photovoltaic system, off-grid system, payback period, government decree

1. Bevezetés

A 413/2022. (X. 26.) rendelet értelmében csak a 2022. október 31. előtt az egyetemes szolgáltatónak benyújtott igénybejelentések alapján kivitelezett háztartási méretű kiserőművek (HMKE) táplálhatnak be a közüzemi hálózatba. Az utóbbi években a kiserőművek terjedése olyan ütemű volt, hogy túlterhelték az elavult magyar villamosenergia-hálózatot, ezért a kormány a betáplálást felfüggesztette. Ez vonatkozik mind a lakossági és a nem lakossági fogyasztókra is. 2022-ben csak az E.ON Hungária Csoportnál összesen 130 000 lakossági igénybejelentést regisztráltak, míg az elmúlt tíz év során összesen 90 000 kiserőmű csatlakozott a

hálózatra (összteljesítményük a 4000 MW-ot is meghaladta, amely kétszerese a Paksi Atomerőművének). Tehát tavaly csaknem másfélszer annyi igény érkezett HMKE csatlakoztatására, mint amennyi az elmúlt évtizedben összesen megvalósult az E.ON szolgáltatási területén (K. Kiss, 2023). Az említett túlterhelés azonban nem egyenletesen jelentkezik a hálózaton, vannak olyan régiók, ahol a kiserőművek által termelt időjárásfüggő kapacitás az átlagosnál nagyobb problémát jelent, mert több napelemes rendszer működik az adott helyszínen és ezt a hálózat nem képes kezelni. A hálózatfejlesztés során éppen azt igyekeznek majd figyelembe venni, hogy hol vannak a hálózatnak terhelt és kevésbé terhelt pontjai, illetve feltárják azokat a területeket, ahol a beavatkozás elengedhetetlen. A Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) fővezeték-hálózata körülbelül 50%-os mértékben terhelt, tehát van szabad kapacitása, ebből is látszik az egyenetlen túlterheltség. 2022-ben a háztartások a teljes hazai áramtermelés mindössze 3%-át adták és ez a kis mennyiségű villamos energia nem jut ki a MAVIR átviteli hálózatára, hanem már az elosztói hálózaton felhasználódik, de ott lokális jelleggel, így előfordul, hogy bizonyos pontokon nincs megfelelő átviteli kapacitás. Az országos vezeték-hálózat legfeljebb 10-15%-ára igaz, hogy problémás hálózati pontokat tartalmaz, a teljes rendszerre nem. (K. Kiss, 2023).

A kormány ígérete szerint a nagyon költséges hálózatfejlesztést követően, újra lehetővé teszik a betáplálást. Az Energiaügyi Minisztérium energetikáért és klímapolitikáért felelős államtitkára hangsúlyozta, hogy a fejlesztések ütemében fokozatosan megszűnhet a betáplálási moratórium. (Szabó, 2023) Pontos határidő tehát nem ismert, de az Európai Unió Tanácsának határozatához kapcsolódó Magyarország helyreállítási és rezilienciaépítési terve értékelésének jóváhagyásáról című melléklet alapján Magyarországon legkésőbb 2024. december 31-ig fel kell oldani a lakossági napelemes rendszerek által termelt villamos energia betáplálási lehetőségének tilalmát ahhoz, hogy az ország hozzáférjen a Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz (RRF) támogatási forrásaihoz (Európai Bizottság, 2023). A dokumentum C6.R3 pontjában megállapítják, hogy a napenergia alkalmazásának ösztönzése érdekében a lehető leghamarabb, de legkésőbb 2024. december 31-ig hatályát veszti a bevezetett korlátozó intézkedés. A dokumentum azt is tartalmazza, hogy ennek érdekében a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) ezt az ideiglenes korlátozást rendszeresen, legalább hathavonta regionális szinten az átvitelrendszer-üzemeltetővel és az elosztórendszer-üzemeltetővel műszaki és objektív kritériumok alapján felül kell vizsgálnia. Amint az értékelés eredménye megállapítja, hogy a hálózat alkalmas a termelt villamos energia betáplálására, a korlátozást – adott esetben regionális szinten – fel kell oldani. A reform végrehajtásának határideje 2023. március 31. A dokumentum szerint az Európai Bizottság 2023. március 31-ig azt is várja, hogy a kis kapacitású (0,8 kW alatti) napelemes-rendszerek esetében a beruházóknak ne kelljen engedélyezési kérelmet benyújtani az elosztórendszer-üzemeltetőnél, csak a telepítés előtti nyilvántartásba vétel legyen szükséges. A reform nyomán a kiserőmű hálózatra való csatlakozásának határideje nem haladhatja meg a két hónapot, kivéve, ha a késedelem oka az adott elosztórendszer-üzemeltető hatáskörén kívül esik. Ezáltal

jelentősen egyszerűsödne a fotovoltaikus rendszerek hálózatra való csatlakozásának eljárása.

Ebben a javaslatcsomagban vázolják azokat a szükséges reformokat és beruházásokat is, amelyeknek a végrehajtása esetén Magyarország hozzáférhet az RRF vissza nem térítendő forrásaihoz, amely 5,8 milliárd euró, vagyis mintegy 2 320 milliárd Ft. Részben az RRF forrásaiból valósul majd meg az a hálózatfejlesztési program, amelyet az E.ON Hungária Csoport valósít meg 2026 nyaráig (a 74 milliárd Ft összegű fejlesztést 50%-ban uniós forrásból fedezik a magyar kormány előfinanszírozása és támogatása mellett, a másik 50%-ot az E.ON saját forrásból fedezi). A beruházás kiemelt célja a napelemek hálózatra történő csatlakoztatásának elősegítése Magyarország észak- és dél-dunántúli régióiban, valamint Pest megye területén. A fejlesztéseknek köszönhetően a közüzemi hálózat a jelenleginél jóval nagyobb mennyiségű, villamos energiát lesz képes fogadni, így hozzájárulva a lakossági ügyfelek és a vállalkozások részéről is tapasztalható, megnövekedett naperőműveléstervezési igény kiszolgálásához (K. Kiss, 2023).

Közismert, hogy a napelemes rendszereket méret, elhelyezés és működés szerint lehet csoportosítani. Utóbbi alapján három típust különböztethetünk meg: közüzemi hálózatra visszatápláló, szigetüzemű és hibrid üzemű rendszer (Somogyiné Molnár–Szalánczi, 2022). A rendelet hatályba lépése előtt a közüzemi hálózatra visszatápláló napelemes rendszerből származó energia betáplálásra került a közüzemi hálózatba és a kiserőmű-tulajdonosok onnan vételezték vissza az áramot, majd évente elszámoltak a szolgáltatóval, ez hívják éves szaldó elszámolásnak. Meg kell jegyezni, hogy a 13/2022. (XI. 18.) MEKH rendelet értelmében a már korábban a hálózatra kötött HMKE (vagy a 2022. október 31. előtt benyújtott igény alapján telepített/telepítendő napelemes rendszer 2024-ig még ráköthető) az üzembe helyezését követően tíz évig maradhat szaldó elszámolásban, utána ún. bruttó elszámolás lesz érvényben. De 2024. január 1-től minden napelemes rendszerrel rendelkező havi szaldó elszámolásba kerül át az éves helyett, amely természetesen a megtérülési idő növekedésével jár.

Az éves szaldó elszámolás esetén a HMKE által megtermelt többlet villamos energia betermelődik a közcélú hálózatba és az ennek megfelelő mennyiségű villamos energiát naptári naptól és napszaktól függetlenül bármikor vissza lehetett vételezni. Ez nagyon előnyös volt a HMKE tulajdonosoknak, hiszen a közcélú hálózatot tulajdonképpen egy óriási, ingyenes akkumulátorként tudták használni. Sajnos ez egyben hátrány is, mivel túlkapacitások kiépítésére ösztönözte a telepítetteket, ami megfelelő hálózatfejlesztés nélkül a napsütéses időszakokban a villamos hálózat túlterhelődését okozta. Ezért is írta elő az Európai Unió, hogy a tagállamok idővel térjenek át az éves szaldóról az anyagilag kevésbé kedvező, úgynevezett bruttó elszámolásra. Ennek a lényege, hogy külön tételre bontják a villamosenergia-termelést és fogyasztást: a fogyasztást az aktuális villamos energiaáron számolják, a termelést pedig valamilyen megállapított, alacsonyabb áron vásárolja meg a szolgáltató (a részleteket egyelőre nem ismertették). A MEKH rendelet vonatkozó része szerint 2024-től – az 50 kW feletti (ipari méretű), piaci áramszerződésekkel rendelkező napelemes rendszer tulajdonosokhoz hasonlóan –

három időszáv lesz a lakossági HMKE tulajdonosoknak is: reggel 6-tól délután 5-ig (nappali csúcsidőszak), délután 5-től este 10-ig (csúcsidőszak) és este 10-től reggel 6-ig (völgyidőszak). Egy oda-vissza mérő villamos fogyasztásmérő rögzíti, hogy melyik időszávban mennyi plusz kW-ot vételezett, illetve táplált be a felhasználó a hálózatba, ami alapján elkészíthető a havi elszámolás. A három sávhoz rendelt lakossági ár egyelőre nem ismert. Természetesen nyári, napsütéses hónapokban jóval több villamos energiát termel egy kiserőmű, míg a téli hónapokban pedig jóval kevesebbet, így ekkor sokkal több villamos energiát kell vételeznie a kiserőmű-tulajdonosoknak a hálózatból. A bruttó elszámolás értelmében a téli vételezett energia ára jóval magasabb lesz, mint a nyári hónapokban megtermelt, de el nem használt, így a hálózatba táplált energia eladási ára, így a tulajdonosok rosszabbul járnak és a HMKE megtérülési ideje kitolódik. Tehát a bruttó elszámolásban a felhasználók motiváltak lesznek abban, hogy a saját kiserőművük által megtermelt villamos energiából minél többet felhasználjanak.

A korábban említett havi szaldó elszámolás is csak ideiglenesen lesz érvényben, tulajdonképpen egy közbelső fokozatot jelent a bruttó elszámolás irányába. A havi szaldó elszámolási rendszer egy igazságosabb, használatarányos költségviselés, amely lehetővé teszi, hogy ezentúl a napelemes háztartások is hozzájáruljanak a villamosenergia-rendszer fenntartási és fejlesztési költségeihez. A fokozatosság elvének megfelelően az új szabályok csak 2024-től lépnek életbe, így hagyva időt a felhasználóknak az új helyzethez történő alkalmazkodáshoz (például tároló vagy akár nyári fogyasztású berendezések telepítése). Viszont ebben a havi szaldó elszámolásban is csak a 2024 előtt telepített HMKE tulajdonosok maradhatnak, de ők is csak az üzembe helyezést követő tizedik év végéig.

2. A korlátozás utáni lehetőségek

A 413/2022. (X. 26.) rendelet értelmében tehát aki napelemet szeretne telepíttetni, az már csak a saját háztartásában tudja felhasználni a megtermelt energiát. Így a kiserőmű-tulajdonosoknak két lehetősége maradt, vagy az energiafelhasználás időpontját az energia megtermeléséhez időzítik, vagy a megtermelt és azonnal fel nem használt többlet villamos energiát akkumulátorban letárolják, tehát szigetüzemű HMKE-t vásárolnak, amely nyilván drágább beruházást jelent (pl. egy Huawei LUNA2000 5 kWh kapacitású akkumulátor jelenleg 1,5-2 millió Ft-ba kerül). Az akkumulátor a nappal megtermelt energiát a tényleges felhasználásig raktározza, így a felhasználók nagymértékben fedezhetik otthonuk energiaszükségletét a termelt villamos energiával, hiszen megoldhatóvá válik a nappal megtermelt energia késleltetett, éjszakai vagy a fogyasztási csúcsidőszakokban történő felhasználása (Wagner Solar, 2021). Az akkumulátoros energiatárolóval a valós önellátási arány éves szinten akár 70-75%-ra növelhető, ezáltal gazdaságosabbá válik a háztartás energiaellátása (MVM Optimum, 2023). A bruttó elszámolási rendszerben a napenergia minél nagyobb arányú hasznosítása a beruházás megtérülési idejét természetesen csökkenti.

Az akkumulátoron kívül akár melegvízben is lehet hasznosítani a megtermelt, de el nem használt többletenergiát, amely kb. harmadannyi beruházást igényel.

Amikor süt a Nap egy ilyen rendszer még télen is átlagosan napi 150 liternyi, 40 °C-os meleg vizet tud előállítani, melyet egy család valószínűleg el is használ a következő 24 órában fűtésre vagy fürdésre (Előd, 2022).

A megtermelt energia felhasználását az energia termelésének idejéhez történő időzítését okos dugaljakkal, vagy bonyolult, teljes otthont felügyelő okosrendszerekkel valósíthatjuk meg. Egy okosdugalj az inverterhez kapcsolva érzékeli, hogy mikor termelődött a villamos energia, így szabályozható, hogy mikor lépjen működésbe egy-egy fogyasztó (sajnos ez a lehetőség speciális, drágább invertert igényel). Például nyáron, napsütéses időszakban lesz érdemes klímával lehűteni a lakást, melyet az okosdugalj segítségével megtehetünk akkor is, ha nem vagyunk otthon, így optimalizálva a villamosenergia-termelést és fogyasztást. De ugyanezt lehet elmondani az okoseszközökkel szabályozott nagyobb háztartási fogyasztók működésével kapcsolatban is, pl. mosogatógép, mosógép stb. Sőt, a fogyasztók bekapcsolása prioritizálható is, azaz beprogramozhatjuk, hogy amikor a HMKE villamos energiát termel, az melegvíz előállításra fordítódjon, vagy inkább kapcsoljon be a klíma vagy a hőszivattyú.

Láthatjuk, hogy sajnos a betáplálás lehetőségének felfüggesztése a napelemes rendszerek megtérülési idejét növeli, hiszen többlet beruházást von maga után (pl. akkumulátor, okos technológiájú inverter, panelszintű monitoringgal működő rendszer). Magyarországon a meglévő kiserőművek 30-40%-a könnyen kiegészíthető okosrendszerrel, így kisebb befektetéssel is elég jól optimalizálható majd az energiafelhasználás. Egy másik lehetőség a napelemek tájolásának átalakítása. Korábban a kivitelezők az éves hozam maximalizálására törekedtek, így déli tájolású rendszert telepítettek. A havi szaldó, de még inkább a bruttó elszámolás miatt előtérbe fognak kerülni azok a rendszerek, melyeknek ugyan nem lesz olyan magas a csúcstermelése, de az jobban eloszlik a nap során, ami segíti a termelés és a fogyasztás összehangolását. Ezt a kelet-nyugati tájolás kombinálásával lehet elérni. Léteznek olyan napelemes rendszerek is (SolarEdge), amelyben a napelem panelek nem sorba vannak kötve, hanem minden panel alatt van egy optimalizáló eszköz, ezért nem is szükséges egy irányba állítani őket (SolarEdge, 2023). Természetesen egy ilyen rendszer jóval drágább, mint a hagyományos technológia. Az új rendelet előnye, hogy a telepítéshez nem szükséges a szolgáltató engedélye, így gyorsabb és egyszerűbb a telepítés.

Magyarországon a MAVIR (2022) adatai alapján 2010 óta a kiserőművek száma és így a beépített teljesítőképességük is dinamikusan növekedett, azonban az új szabályozás ezt biztosan befolyásolni fogja. Amikor az emberek HMKE telepítés mellett döntenek, akkor azt is mérlegelik, mikor térül meg az erre fordított beruházásuk. Éves szaldó elszámolás esetén a napelem az egyik legjobb befektetés volt. Azonban ma, ha valakinek van pl. 5 millió Ft-ja, akkor megvizsgálja, hogyan tudná ezt a legjobb megtérüléssel befektetni. Mérlegel egy szigetüzemű HMKE beruházás, állampapír vagy banki betét között. Amennyiben a szigetüzemű napelemes rendszer kevesebb áramot termel, mint a pillanatnyi fogyasztás, akkor a fogyasztó a hálózatról vételez energiát, de ha többet termel, mint amennyit felhasznál az adott háztartás, akkor ahogy korábban említettem pl. akkumulátorban eltárolhatja

a többletenergiát (ennek hiányában a panelek leszállítása miatt ez az energia elveszik). Nagy hátránya az ilyen rendszereknek, hogy nemcsak az invertert kell kb. 10 év után cserélni, hanem az akkumulátort is, így a rendszer fenntartási költsége is sokkal magasabb lesz. A hálózatfüggetlen napelemes rendszerek telepítésének költsége a közüzemi hálózatra visszatápláló rendszerekhez képest 50-75%-kal magasabb, melynek oka az akkumulátorok szükségessége, illetve a napelemek mennyiségének eltérő méretezése. A leírtak alapján könnyen belátható, hogy egy HMKE megtérülési idejének számítása fontos feladattá vált.

3. A megtérülési idő számítási módjai

Egy napelemes rendszer megtérülési ideje sok tényezőtől függhet, többek között:

- a napelemes rendszer telepítési költségétől (az anyagárát, a kivitelést és a munkadíjat figyelembe véve 1 kW beépített teljesítmény, azaz 1 kWp esetében kb. bruttó 550 000-750 000 Ft közötti összeg),
- a rendszer méretétől és a vele megtermelhető villamosenergia-mennyiségétől,
- a villamos energián megtakarított összegtől.

A napelemes rendszerek megtérülési idejének meghatározására egyszerű és összetett számítási módszerek szolgálnak (Naplopó, 2023). Az egyszerűsített megtérülési idő (Payback Period, PBP) elsősorban a rendszer kiépítésnek költségét, illetve a várható villamosenergia-megtakarítást veszi figyelembe. Megmutatja, hogy az adott beruházásba befektetett összeg mikor térül meg a jövőben. Tehát az egyszerűsített megtérülési időt úgy tudjuk kiszámolni, ha az egységnyi teljesítményű napelemes rendszerre vonatkoztatott beruházási költséget elosztjuk a rendszer által egy év alatt megtermelt villamos energia árával (amely a megtakarított éves villamosenergia-mennyiség és a vételezett villamos energia egységárának szorzata), azaz:

$$PBP = \frac{K_b^e}{E_m \cdot \dot{A}_{VE}} \quad (1)$$

ahol:

PBP = egyszerűsített megtérülési idő (Payback Period) [év]

K_b^e = egységnyi teljesítményű napelemes rendszerre vonatkoztatott beruházási költség [Ft/kWp]

E_m = megtakarított éves villamosenergia-mennyiség [kWh/év]

\dot{A}_{VE} = vételezett villamos energia egységára [Ft/kWh]

Egy ideális déli tájolású és 35°-os dőlésszöggel rendelkező 1 kW-os beépített teljesítményű napelemes rendszer magas napsütéses órászámmal kalkulálva átlagosan évente 1 200 kWh villamos energiát termel. Így a megtakarított éves villamos energiamentiség értékét 1 200-nak feltételezem (Véghely, 2013). A 259/2022. (VII. 21.) Kormányrendelet értelmében 2022. augusztus 1-jétől a lakossági fogyasztó az egyetemes szolgáltatótól 2 523 kWh/év/mérési pont

(felhasználási hely) fogyasztásig a villamos energia egyetemes szolgáltatás árképzéséről szóló miniszteri rendeletben meghatározott áron jogosult villamos energiát vételezni. Így a kedvezményes villamos energia díja a MVM ELMŰ Hálózati Kft. területén hatályos egységáraknak megfelelően A1 árszabás esetén bruttó 36,208 Ft/kWh (MVM, 2022). A lakossági piaci ár a 7/2022. (VII. 21.) MEKH rendelet értelmében A1 árszabás esetén 70,104 Ft/kWh. Tehát átlagosan havi ~210 kWh villamos energia fogyasztás felett az egyszerűsített megtérülési idő számításánál az említett két egységár súlyozott átlagával kell majd számolni.

Az (1) szerinti képlet nem vesz figyelembe sok, a megtérülési időt módosító tényezőt, például (Véghely, 2014; Mészáros–Schottner, 2015; EU-SOLAR, 2021):

- a rendszerelemek minősége, napelem-rendszer technológia,
- a napelemes rendszer hatásfoka (a panelek szennyeződése, árnyékolása),
- éves teljesítményromlás, mivel idővel a napelemek bizonyos fokú teljesítménycsökkenése következik be,
- az épület fekvése, domborzati viszonyok,
- a tető mérete, dőlésszöge, tájolása,
- az adott földrajzi lokációban a napsütéses órák száma,
- a fenntartási és biztosítási költségek,
- az inverter és az akkumulátor kb. 10 évenkénti cseréje,
- az infláció mértéke,
- a villamos energia árának növekedése,
- finanszírozási kérdések (igénybe vehető állami támogatások, vagy hitelfelvétel).

Az összetett megtérülési idő a fenti paraméterek nagy részét is figyelembe veszi. Nyilván az összes paramétert nem lehet számításba venni, a későbbiekben néhányat el fogok elhanyagolni. Az összetett megtérülési idő számítása egy komplexebb, pontosabb számítást tesz lehetővé, mint az egyszerűsített kalkuláció. A számítás évekre lebontva több lépcsőben történik. Először az adott évben, a napelemes rendszer teljesítményromlásával korrigált megtermelt villamosenergia-mennyiség számítását végezzük el az alábbi formula szerint

$$E_t^n = E_t^{n-1} \cdot \left(1 - \frac{P_r}{100}\right) \quad (2)$$

ahol:

E_t^n = az n-edik évben megtermelt villamosenergia-mennyiség [kWh]

P_r = a HMKE éves teljesítményromlása [%]

n = az évek száma (mivel az első évben megtermelt villamos energiánál nem kell figyelembe venni a teljesítményromlást, ezért $n = 2, 3 \dots N$)

Az első évben termelt villamosenergia-mennyiség a napelemes rendszer maximális évenkénti termelt energiamennyiségének és a hatásfokának a szorzata:

$$E_t^1 = \eta \cdot E_t^{max} \quad (3)$$

ahol:

E_t^1 = az első évben termelt villamosenergia-mennyiség [kWh]

E_t^{max} = a maximális évenkénti termelt villamosenergia-mennyiség [kWh]

η = a HMKE hatásfoka

Második lépésben az n-edik évben a villamos energián megtakarított összeg számítása következik:

$$C_m^n = E_f \cdot \dot{A}_{VE} \cdot \left(1 + \frac{t_v}{100}\right)^{n-1} \quad (4)$$

ahol:

C_m^n = az n-edik évben a villamos energián megtakarított összeg [Ft]

E_f = a felhasznált villamos energia mennyisége [kWh]

t_v = a villamos energia árának évenként változása [%]

n = az évek száma ($n = 1, 2 \dots N$)

Nyilvánvaló, hogy a kiserőműnek lesz éves fenntartási költsége is, hiszen a paneleket évente tisztíttatni szükséges, illetve lakásbiztosítás esetében a HMKE megnöveli a biztosítási díjat, mivel a biztosító külön tételként veszi figyelembe. A fenntartási és biztosítási költségek az inflációval évenként változni fognak, tehát:

$$K_{f+bi}^n = (K_f + K_{bi}) \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right)^{n-1} \quad (5)$$

ahol:

K_{f+bi}^n = a fenntartási és biztosítási költség az n-edik évben [Ft]

K_f = a fenntartási költség az első évben [Ft]

K_{bi} = a biztosítási díj az első évben [Ft]

i = az infláció [%]

n = az évek száma ($n = 1, 2 \dots N$)

Az n-edik évben tehát általánosan az alábbi formula adja a napelemes rendszer üzemeltetéséből származó nyereséget

$$C_o^n = C_m^n - K_{f+bi}^n - T_h^n - C_{VE}^n \quad (6)$$

ahol:

C_o^n = az n-edik évi nyereség [Ft]

C_{VE}^n = az n-edik évben vételezett villamos energia költsége, ha a termelt mennyiség nem fedezi a fogyasztást [Ft]

T_h^n = az esetlegesen felvett hitel n-edik évi törlesztőrészlete [Ft]

Mivel az infláció miatt a fenti nyereség reálértéke évről-évre csökken, a nyereség inflációval csökkentett értékét a következőképpen kapjuk meg:

$$C_{\bar{o}+i}^n = \frac{C_{\bar{o}}^n}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^n} \quad (7)$$

ahol:

$C_{\bar{o}+i}^n$ = az n-edik évi nyereség inflációval csökkentett értéke [Ft]

A fenti számítás eredményét évenként összeadva, azaz kumulálva, megkapjuk, hogy hányadik évtől nyereséges (ekkor a kumulált érték pozitív), vagy veszteséges (ekkor az összesített érték negatív) a kiserőművünk. A számításnál lehetőség van korrekcióba venni azt is, hogy az n-edik év végén maradványértéken el lehet adni a kiserőművet, így csökkenthetjük annak megtérülési idejét.

A későbbiekben érdemes megvizsgálni, hogy a HMKE jövedelmezőbb-e, mintha a beruházás költségét bankbetétben helyeznénk el. Erre szolgál a jövőérték (Future Value, FV) számítás, mellyel megtudhatjuk, hogy egy ma befektetett összeg, mekkora lesz egy adott időpont végére, egy bizonyos kamatláb mellett. A jövőérték számításnak két fajtája van (Brealey–Myers, 2005; Papp–Szűcs, 2013; Zsótér, 2019):

- Egyszerű kamatozás: a teljes kamatozási időtartam alatt csak a kezdő tőke után számítják a kamatot. Az egyes kamatperiódusok végén a kamatot kifizetik, tehát a kamatok nem kerülnek tőkésítésre. Ez a jelen problémánál nem megfelelő számítási módszer.
- Kamatos kamatozás: a periódusonként kapott kamatot újra tőkésítik, tehát újra befektetésre kerül. A tőke így exponenciálisan nő. Értelemszerűen egy napelemes beruházásnál ez az eset állt fent, így ezzel fogok számolni. Egy mai pénzösszeg értéke az n-edik év végén:

$$FV = C_0(1 + r)^n \quad (8)$$

ahol:

C_0 = a mai pénzösszeg, amit befektetünk a kiserőműbe [Ft]

r = a kamatláb [-]

4. Esettanulmány szigetüzemű háztartási méretű kiserőmű esetén

A bemutatott megtérülési idők számításához, először meg határozni, hogy milyen teljesítményű kiserőművet vizsgálunk. Én egy 4 fős mintacsaládot feltételezek, akik egy 4,2 kWp teljesítményű napelemes rendszer vásárlását tervezik, amely legfeljebb 5 040 kWh villamos energiát termelni, de az egyszerűség kedvéért 5 000 kWh-ra kerekítem. Tehát a HMKE ennyi energiát tudna nekik évente maximálisan megtermelni, ha nem szigetüzemű kiserőművet, hanem közcélú hálózatra tápálót vásárolnának. Azonban az akkumulátoros energiátárolóval rendelkező szigetüzemű HMKE esetében a valós önellátási arány éves szinten csak 70-75%-ra tehető, így 75%-ot feltételezve a kiserőművel 3 750 kWh villamos energiát tudnak hasznosítani (MVM Optimum, 2023). A kiserőmű hatásfokát 80%-nak feltételezem, így a család az első évben 3000 kWh megtermelt villamos energiára számíthat, ami havonta átlagosan 250 kWh havi fogyasztást jelent. Véleményem szerint ez egy reális havi

egyszerűsített megtérülési idővel számolva mennyi idő alatt térülne meg. Beruházási költségre 720 000 Ft/kWp értéket feltételezek (a HMKE összköltsége így 3 024 000 Ft lesz majd).

$$PBP = \frac{720\,000}{1200 \cdot 42,25} = 14,2 \text{ év.} \quad (10)$$

A (10) szerinti képlet alapján 14,2 év jön ki, amely elég kedvezőnek tűnik, azonban itt nem vesszük figyelembe a korábban említett paramétereket (pl. hatásfok, éves teljesítményromlás stb.), a HMKE éves fenntartási és biztosítási költségeit, a villamos energia árának évenként változását, illetve a finanszírozást és inflációs környezetet. Mindezeket figyelembe véve, a 14,2 évtől jóval több lesz a megtérülési idő. Sajnos a tapasztalat azt mutatja, hogy az invertert és az akkumulátoros energiátárolót 10 évenként cserélni szükséges, így ezek a beruházások is tovább növelik majd a megtérülési időt. Az akkumulátor esetében egy 5 kWh teljesítményű, 100%-ban lemeríthető lítium-vas-foszfát (LFP) akkumulátorral számolok, melynek jelenlegi ára 1 500 000 Ft körül van. A modernebb, de drágább LFP akkumulátor élettartama és töltési kapacitása jóval nagyobb, mint egy ólomsavas akkumulátoré. Mivel az LFP akkumulátor moduláris kialakítású, később tovább lehet bővíteni a rendszert, én egyelőre egy modullal számolok, feltételezve, hogy a család a megtermelt villamos energiát részben azonnal el is fogyasztja és csak a maradékot tárolja el az akkumulátorban. Egy közepkategóriás inverter ára általában a beruházási összköltség 25%-a, így én is ezzel fogok számolni. A napelemes rendszert élettartama végén, a 30. év végén maradványértéken el lehet adni, így a beruházási költség kb. 10%-a végül a családnál mindenképpen megtérül. Természetesen a maradványérték összegének a jövőértéket kell majd figyelembe venni. Az összetett megtérülési idő számításához szükséges adatokat, képleteket részletesen az 1. táblázat tartalmazza.

Finanszírozás tekintetében az összetett megtérülési idő számítását két esetet feltételezve végzem el: a család a napelemes rendszert teljes mértékben önerőből vagy állami támogatásból finanszírozza. A korábban említett, 201 milliárd Ft-os keretösszegű Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz pályázati forrásaiból finanszírozná a kormány az RRF-6.2.1 jelű lakossági napelemes pályázatot, amely egy vissza nem térítendő támogatás és a HMKE beruházási költségének 100%-át finanszírozza. A pályázati kiírás értelmében a HMKE összesített névleges beépített teljesítménye nem haladhatja meg az 5 kWp-et (továbbá az inverter kapacitása főszabály szerint nem haladhatja meg az 5 kW-ot, melytől 20%-os mértékben el lehet térni, ha igazolható, hogy a nagyobb kapacitású inverter bekerülési költsége alacsonyabb). A pályázat b.) opciója akkumulátor vásárlását is fedezi a következők szerint: a napelemes rendszerhez kapcsolódó akkumulátoros tárolóegység felszerelése és üzembe helyezése azzal, hogy az akkumulátor tárolókapacitása nem haladhatja meg a 14 kWh-t. Az akkumulátoros tárolóra elszámolható összeg 5-9,9 kWh között 1 916 956 Ft, míg 0-13,99 kWh között 2 949 061 Ft.

Figyelembe veszem a változó inflációs környezetet is. A Magyar Nemzeti Bank (2022) várakozása szerint az infláció csökkenése 2023. második negyedévében felgyorsul és az év végére újra egyszámjegyű tartományba kerül, 2024-re 2-4%-ra mérséklődik, így 5 és 10%-kal fogok számolni.

1. táblázat: A vizsgált HMKE paraméterei

Paraméter megnevezése	Paraméter értéke
Maximális évenkénti villamosenergia-termelés.	$E_t^{max} = 3750 \text{ kWh}$
Hatásfok.	$\eta = 80\%$
Az 1. évben termelt villamosenergia-mennyiség.	$E_t^1 = 0,8 \cdot 3750 = 3000 \text{ kWh}$
Beruházási költség ($K_b^e = 720.000 \text{ Ft/kWp}$).	$K_b = 4,2 \cdot 720\,000 = 3\,024\,000 \text{ Ft}$
Éves teljesítményromlás.	$P_r = 0,5\%$
Vételezett villamos energia súlyozott egységára.	$\hat{A}_{VE} = 42,25 \text{ Ft/kWh}$
A villamos energia árának évenként változása.	$t_v = 1\%$
Maradványérték, a beruházási költség 10%-a.	$C_{mar} = 0,1 \cdot K_b = 0,1 \cdot 3\,024\,000 = 302\,400 \text{ Ft}$
A maradványérték jövőértéke a rendszer élettartamának (30. évnek) a végén.	$C_{mar}^n = C_{mar} \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$
Kamatláb (FV számításához).	$r = 13\%$
Éves becsült takarítási ($K_t = 20.000 \text{ Ft}$) és biztosítási költség ($K_{bi} = 15.000 \text{ Ft}$).	$K_{t+bi} = 20\,000 + 15\,000 = 35\,000 \text{ Ft}$
Inverter 10 évenkénti cseréjének összege (a beruházási költség 25%-a).	$C_{inv}^{10\text{év}} = 0,25 \cdot 3\,024\,000 = 756\,000 \text{ Ft}$
Inverter 10 évenkénti cseréjének összege évenként.	$C_{inv}^1 = \frac{756\,000}{10} = 75\,600 \text{ Ft}$
Akkumulátor 10 évenkénti cseréjének összege.	$C_{akk}^{10\text{év}} = 1\,500\,000 \text{ Ft}$
Akkumulátor 10 évenkénti cseréjének összege évenként.	$C_{akk}^1 = \frac{1\,500\,000}{10} = 150\,000 \text{ Ft}$
Összesített éves fenntartási és biztosítási költség.	$K_{f+bi} = K_{t+bi} + C_{inv}^1 + C_{akk}^1 = 50\,000 + 75\,600 + 150\,000 = 275\,600 \text{ Ft}$

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerző szerkesztése.

Ahogy korábban említettem, azt feltételezem, hogy az akkumulátort és az invertert 10 évente szükséges majd cserélni. Nyilvánvaló, hogy az akkumulátor és

az inverter jelenlegi áraknak a 10 múlva érvényes jövőértékét kellene számításba venni. Azonban 10 év múlva a jelenlegi technikai paraméterekkel rendelkező eszközök elavultnak fognak számítani, így áruk várhatóan jelentősen (az infláció értékével megegyező mértékben) le fog csökkenni és csak az új fejlesztésű eszközök kerülnek majd a mai árnál jóval többbe. Számításom során a piacon jelenleg elérhető eszközök 10 évenkénti újra vásárlását feltételezem, azaz a két költség jövőértéke helyett a jelenértékükkel kalkulálok. A kiserőműre 30 éves élettartamot feltételezve, csak az első 20 évben kell az újabb akkumulátorra és inverterre évi 225 600 Ft-os költséget számolni (mivel egyszerre elég nagy kiadás lenne, én úgy feltételezem, hogy a család inkább kétszer 10 évig évenként félrerakja az újabb eszközök árát). Tehát az 1-20. év között veszem csak figyelembe az éves költségüket, hiszen először a 11., majd a 21. évben fog újabb eszközöket vásárolni a család és a 30. év végén maradványértéken el fogja adni a kiserőművet (tehát 21-30. év között már nem kell beépíteni ezen eszközök árát).

Mielőtt rátérnék az összetett megtérülési idő számításának eredményeire, érdemes észben tartani, hogy ha a 3 024 000 Ft-os beruházási költséget befektetné a család, akkor a (8) szerinti képlet alapján, 30 év múlva a jelenleg elérhető 13%-os piaci kamatláb (jegybanki alapkamat) mellett az alábbi összegekkel rendelkezne a család

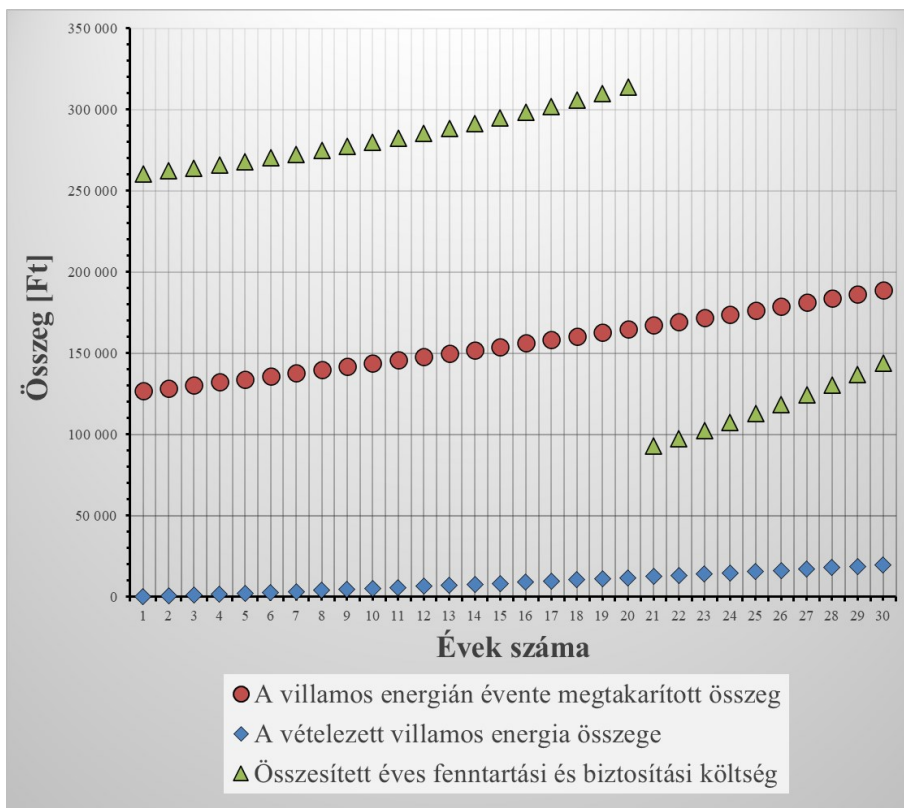
$$FV = 3\,024\,000 \cdot (1 + 0,13)^{30} = 118\,286\,475 \text{ Ft.} \quad (10)$$

Tehát, ha HMKE telepítés helyett inkább befektetnék az összeget, várhatóan jobban járnának, hiszen valószínűsíthető, hogy a 30. év végére ekkora összeget nem fognak tudni megtakarítani a kiserőművel, hiszen havi 10 562 Ft villamos energia számlát fedez a kiserőmű (30 év alatt ez mindössze 3 802 320 Ft). Természetesen a villamos energia árát nehéz előre 30 évre megbecsülni, valószínűleg emelkedni fog, így a villamos energián megtakarított összeg is jóval nagyobb lehet. Emellett a piaci kamatláb sem tekinthető 30 évre állandónak, így a fenti összeg csak egy közelítő becslés. Érdekességképpen az Államadósság Kezelő Központ (2023) tájékoztatása szerint 2023. január 19-től lehet jegyezni a 15,25%-os, valamint a 16%-os kamattal az inflációkövető Prémium Magyar Állampapír (PMÁP) legújabb sorozatait (2030/I és 2027/K jelű papírok), melyek kamataiba már a tavalyi 14,5%-os átlagos infláció is beépül. Így a 7 éves futamidejű, 2030. február 20-án lejáró 2030/I sorozat kezdő kamata az infláció +1,5%, vagyis 16%. Ennél kicsivel kisebb a kezdő kamata a 2027. február 24-én lejáró, 4 évre szóló 2027/K-nak, mert a 0,75%-os alapkamatra épül rá az infláció mértéke, így 15,25% lesz a kamat. Tehát rövid távon a család kedvezőbb befektetési opcióba is helyezheti inkább a pénzét (hiszen korábban csak a 13%-os jegybank alapkamattal számoltam).

A korábban részletezett esetekre a (2)-(7) szerinti képletek és az 1. táblázat felhasználásával számított értékek alapján a végső eredményeket a 2. táblázat foglalja össze. A könnyebb értelmezés miatt az adatokat az évek előre haladásával diagramokban is ábrázoltam. A 2. ábrán 5%-os infláció mellett láthatjuk, hogy a család évenként mekkora összeget takarított meg a villamos energián, mekkora volt

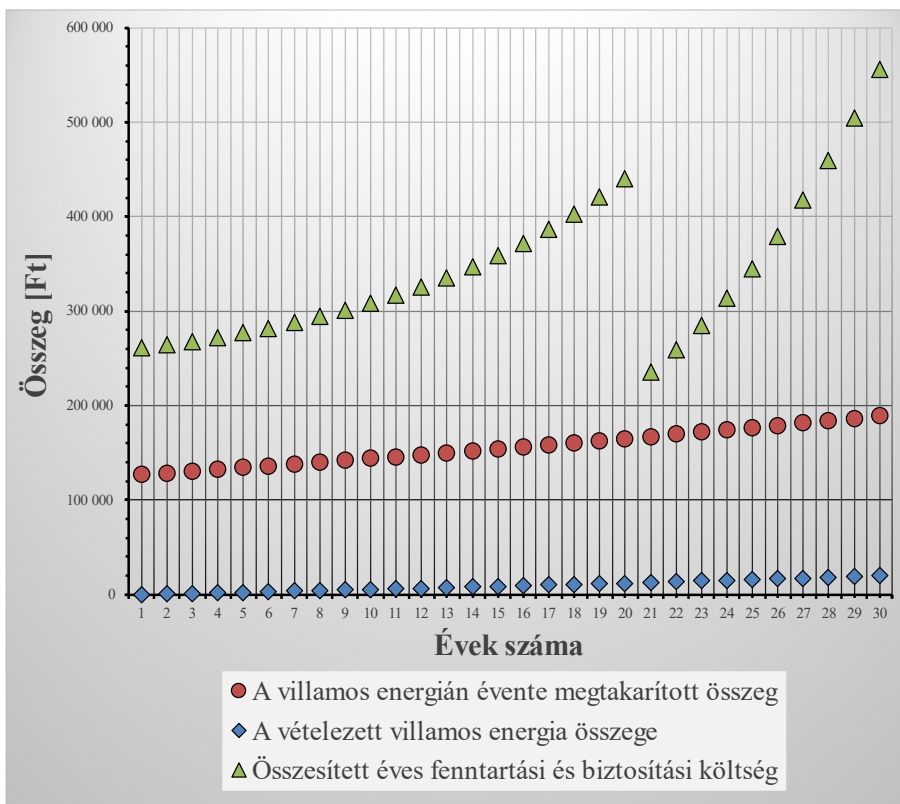
a fenntartási és biztosítási költsége a kiserőműnek, illetve évenként mekkora összegű villamos energiát volt kénytelen vásárolni a szolgáltatótól, hogy az éves 3000 kWh fogyasztását fedezni tudja. A 3. ábrán ugyanezeket figyelhetjük meg, de már 10%-os inflációt feltételezve. Láthatjuk, hogy mindkét esetben az évenként feltételezett 1%-os villamosenergia-ár növekedés miatt a megtakarított összeg évről évre növekszik, valamint a teljesítményromlás miatt évről-évre egyre több energiát szükséges a szolgáltatótól vételezni, így ennek az összege is növekedik. Az infláció miatt ugyanez a tendencia mondható el a fenntartási és biztosítási költségeknél is, azonban itt a 21-ik évtől megfigyelhetünk egy ugrást. Ennek oka, hogy az akkumulátort és az invertert a 20. évben cseréljük utoljára, a 21-30. év között már nem kell számolni további cserével (mivel 30 éves élettartamot feltételeztem), így csökken a HMKE fenntartási költsége. A 21-ik évtől természetesen az infláció miatt itt is növekvő tendencia lesz. Az egyetlen különbség a két ábra között, hogy 10%-os inflációt feltételezve a HMKE fenntartási és biztosítási költségének növekedése meredekebb a nagyobb infláció miatt.

2. ábra: A HMKE által évenként termelt, illetve a vételezett villamosenergia összege, valamint a fenntartási és biztosítási költség alakulása 5%-os infláció mellett



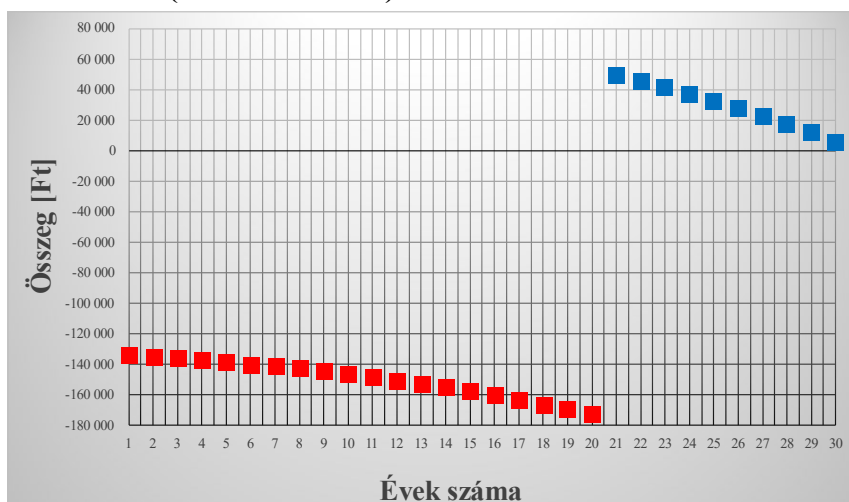
Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerző szerkesztése.

3. ábra: A HMKE által évenként termelt, illetve a vételezett villamosenergia összege, valamint a fenntartási és biztosítási költség alakulása 10%-os infláció mellett



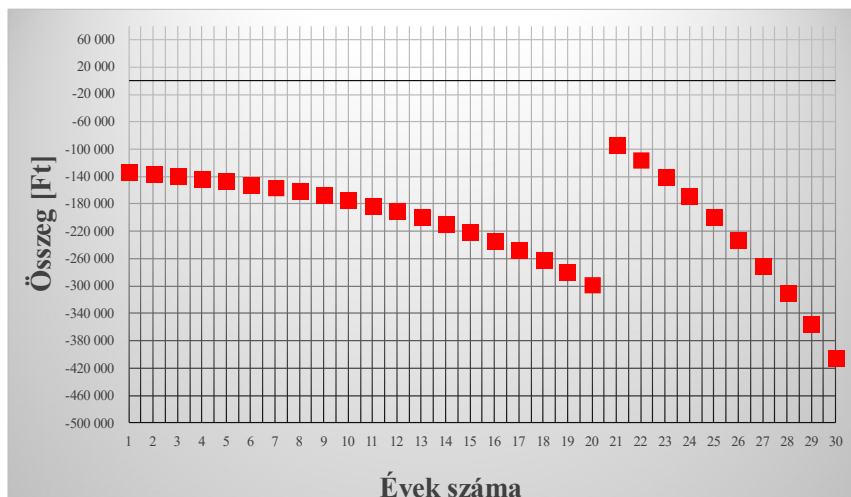
Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerző szerkesztése.

4. ábra: A család évenkénti vesztesége (piros szimbólum), valamint nyeresége (kék szimbólum) 5%-os infláció mellett



Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerző szerkesztése.

5. ábra: A család évenkénti vesztesége 10%-os infláció mellett



Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerző szerkesztése.

A 4. és 5. ábra mutatja, hogy a család évente mekkora nyereséget (kékkel jelölve), vagy éppen veszteséget (pirossal jelölve) realizál 5, illetve 10%-os infláció mellett. Láthatjuk, hogy finanszírozástól függetlenül 5%-os inflációval számolva a 21-30. év között nyereséges a HMKE, azonban 10%-os inflációval már minden évben veszteséges a működése. Érdekes, hogy 5%-os infláció mellett a 31-ik évtől újra veszteségesse válna a kiserőmű üzemeltetése. A képet nyilván a 100%-ban állami támogatásból megvalósított HMKE árnyalja, hiszen nem a családnak kellett a beruházást finanszíroznia (így tulajdonképpen nekik az már az első évben megtérült), de az évenkénti fenntartási és biztosítási költségek, valamint a 11. és 21. évben történő inverter és akkumulátor csere költsége őket fogja terhelni. Mindkét inflációs érték esetében a 21-ik évben látható ugrást szintén a korábban már leírt inverter és akkumulátor csere okozza.

A 2. táblázatban láthatjuk, hogy a család hiába venne igénybe 100%-os állami támogatást a 30 éves élettartamra tervezett kiserőműre, 10%-os infláció mellett a dinamikusan növekvő fenntartási költségek, valamint a 10 évente esedékes új inverter és akkumulátor vásárlás miatt minden évben veszteséget termel a HMKE (ez nyilvánvalóan a 100%-ban önerőből történő megvalósításnál még inkább igaz). Önerőből történő finanszírozás esetében, 10%-os infláció mellett a 30. végére 4 646 503 Ft lesz az inflációval csökkentett veszteség, melyhez hozzá kell adnunk a HMKE maradványértékének a 30. évre átszámított jövőértékét, amely 5 276 699 Ft, így összességében mégis profitot realizálhat a család (630 196 Ft). Azt azonban elég nehéz biztosan állítani, hogy a 30. év végén ilyen maradványértéken biztosan el lehet majd adni a kiserőművet. 5%-os infláció mellett 4 759 430 Ft veszteségünk lesz, melyet hiába korrigálunk a maradványértékkel (1 306 955 Ft) 3 452 475 Ft lesz a veszteségünk.

2. táblázat: Összetett megtérülési idők alakulása az egyes esetekben

Finanszírozás	Infláció	
	5%	10%
	maradványérték a 30. év végén: 1 306 955 Ft	maradványérték a 30. év végén: 5 276 699 Ft
Megvalósítás 100%-ban önerőből	élettartamon belül nem térül meg a beruházás	élettartamon belül nem térül meg a beruházás
	csak a 21-30. év között nyereséges az üzemeltetés	minden évben veszteséges az üzemeltetés
	inflációval nem csökkentett veszteség a 30. év végén: 5 727 058 Ft	inflációval nem csökkentett veszteség a 30. év végén: 9 158 989 Ft
	inflációval csökkentett veszteség a 30. év végén: 4 759 430 Ft	inflációval csökkentett veszteség a 30. év végén: 4 646 503 Ft
Megvalósítás 100%-ban állami támogatásból	1. évben megtérül a beruházás	1. évben megtérül a beruházás
	csak a 21-30. év között nyereséges az üzemeltetés	minden évben veszteséges az üzemeltetés
	inflációval nem csökkentett veszteség a 30. év végén: 2 703 058 Ft	inflációval nem csökkentett veszteség a 30. év végén: 6 134 989 Ft
	inflációval csökkentett veszteség a 30. év végén: 1 735 430 Ft	inflációval csökkentett veszteség a 30. év végén: 1 622 503 Ft

Forrás: saját kutatás adatai alapján a szerző szerkesztése.

Ahogy korábban is írtam, az állami támogatott rendszernél a beruházás nyilvánvalóan az első perctől kezdve megtérül, hiszen nem a család finanszírozta. Láthatjuk, hogy 10%-os inflációval a 30. év végére 1 622 503 Ft lesz az összesített inflációval csökkentett veszteség, de ehhez hozzá kell adnunk a rendszer maradványértékét, amely 5 276 699 Ft, így összességében a család mégis profitot realizál (3 654 196 Ft lesz a tiszta haszon, feltéve, ha a 30. év végén ekkora maradványértéken tényleg tudják értékesíteni a rendszert). Ugyanezt vizsgálva 5%-os infláció mellett, elmondható, hogy a 30. év végén a veszteség az alacsonyabb infláció miatt kicsit több, 1 735 430 Ft, melyhez még hozzáadódik a rendszer maradványértéke 1 306 955, így 428 475 Ft lesz a veszteség. A két eset között jól

látszik, hogy az infláció mennyire befolyásolja az inflációval csökkentett nyereség/veszteség, valamint a maradványérték összegét, így a kiserőmű megtérülését is. Ráadásul az 5 és 10%-os infláció mellett számított maradványértékek markánsan eltérnek egymástól.

Látható az is, hogy a 30 éves élettartamra tervezett HMKE üzemeltetése (finanszírozástól függetlenül) 5%-os infláció mellett is csak a 21. évtől nyereséges, mert ekkortól már nem kell évente beleszámolnunk az inverter és akkumulátor cseréjének összegét a fenntartási költségekbe, így a villamos energián megtakarított összeg (1%-os évenkénti villamos energiaár növekedést feltételezve) nagyobb lesz, mint a rendszer fenntartási költségének és az éves teljesítményromlás miatt a vételezett villamos energia költségének összege.

Érdekes azt is megvizsgálni, hogy inflációs környezettől függetlenül mikor járhatna legjobban a család. Erre egyszerű a válasz, ha az állami támogatásból megvalósított szigetüzemű kiserőművet 10 év után eladják, hiszen az első inverter és akkumulátor 10 éves élettartama elegendő lesz, nem kell új eszközök árát évenként beépíteni (a fenntartási költségeket csak a takarítási és biztosítási díjak fogják alkotni), így 10 évig minden évben nyereséget termelne a HMKE. Tehát teljes mértékben állami támogatásból telepített rendszernél, inflációtól függetlenül csak nyereségünk lesz a 10. év végére, melyhez még a maradványérték is hozzáadódna. Ezt számokban kifejezve: 10%-os infláció esetén 477 351 Ft (melyhez 784 348 Ft maradványérték még hozzáadódik), míg 5% esetén ettől több, 668 517 Ft lesz a család profitja (itt a 492 578 Ft-os maradványértéket kell még hozzáadni). Tehát mindkét esetben ~1 200 000 Ft körüli hasznot termelne nekik a kiserőmű. Sajnos a beruházásunk önerőből történő finanszírozás esetén 5 és 10%-os infláció mellett sem térül meg, még akkor sem, ha a veszteségeket korrigáljuk a napelemes rendszer maradványértékével.

A 2. táblázat alapján elmondható, hogy vagy akkor jár a legjobban a család, ha igénybe veszi az állami támogatást és 30 évig üzemelteti a rendszert, így 10%-os infláció mellett kb. 3 400 000 Ft profitra számíthat, vagy ha inflációtól függetlenül közel 1 200 000 Ft haszonra szert téve a 10. évben eladja a szigetüzemű napelemes rendszert. Ha nem vagyunk jogosultak az állami támogatásra, akkor tartósan magas infláció esetén célszerű 30 évig üzemeltetni a napelemes rendszert vállalva a 10 évenkénti eszközcsereket, de ez elég bizonytalan, hiszen 30 évre vonatkozó inflációs előrejelzést nehéz adni. Párhuzamba állítva ezeket a profitokat azzal az esettel, ha a 3 024 000 Ft-os beruházási költséget a család inkább befektetné (a futamidő végéig 13%-os kamatlábat feltételezve 30 év után 118 286 475 Ft-tal, míg 10 év után: 10 265 172 Ft-tal rendelkezének), egyértelműen kijelenthető, hogy jelenleg érdemesebb inkább bankbetétbe helyezniük a pénzt. Ez a jövőben a villamos energia árának növekedésével és/vagy a kamatláb csökkenésével természetesen könnyen megváltozhat.

5. Következtetések

A 413/2022. (X. 26.) rendelet értelmében csak azok kapcsolhatják a kiserőműveiket a közüzemi hálózathoz, akik 2022. október 31-ig bejelentették az egyetemes

szolgáltatóknak a csatlakozási igényüket. Tehát amíg a hálózat fejlesztése nem valósul meg, addig csak szigetüzemű HMKE létesíthető Magyarországon. Emellett az ország energiabiztonsága érdekében is célszerű az energetikai rendszert fejleszteni, hiszen az ukrajnai háború rávilágított a helyben megtermelt energia fontosságára. Az E.ON hálózatfejlesztési csomagja csaknem 800 MW napelemes kapacitás csatlakoztatását teszi majd lehetővé. Addig is a kormány akkumulátortámogatási programmal fogja segíteni a megújuló energia hasznosítását, ezáltal gazdaságosabbá válik a háztartások energiaellátása.

Láthattuk, hogy ebben az új szabályozási környezetben az önerőből történő finanszírozás esetében a szigetüzemű HMKE a várható élettartama alatt meg nem térülő beruházássá válik. Amennyiben a kiserőmű maradványértékét is figyelembe vettem, javult a helyzet. Tehát állami támogatás nélkül a szigetüzemű kiserőmű megtérülési ideje kívül esik annak élettartamán, csak a teljes mértékben állami támogatásból finanszírozott beruházás térülhet meg. Ha a 30. év végén nem tudjuk, vagy nem akarjuk értékesíteni a napelemes rendszerünket, illetve nem az előírányozott összeget kapjuk érte, akkor viszont minden esetben veszteséges lesz a beruházásunk. A megtérülési időt kedvező irányba befolyásolhatják a legújabb fejlesztésű szolár akkumulátorok, melyek megfelelő körülmények között, akár 15-18 évig is üzemeltethetőek (szemben a mostani 10 éves élettartamú energiatárolókkal).

Természetesen az eredményeket más tényezők is befolyásolhatják. Amennyiben a paneleket nem tisztítatjuk évente legalább egyszer, akkor csökken a hatásfokuk, ezáltal a megtérülés is kedvezőtlenebbül fog alakulni. Ugyanez a helyzet akkor, ha a HMKE éves teljesítményromlása nagyobb, mint a feltételezett 0,5%, illetve, ha az inverter és/vagy az akkumulátor élettartama kevesebb, mint a gyártó által prognosztizált 10 év. Viszont, ha a szolgáltató nagyobb mértékben emeli a villamos energia árát, mint a feltételezett évi 1%, a kiserőmű megtérülési ideje kedvezőbben fog alakulni. Ez nem elképzelhetetlen, hiszen hazánkban a jelenlegi lakossági villamos energia árak továbbra sem tükrözik a világpiacon árat (sok európai országban a villamos energia ára ~100 Ft/kWh).

Másik két befolyásoló tényező a HMKE közüzemi hálózathoz való csatlakoztatásának lehetősége (a korlátozás feloldása) és a bruttó elszámolás bevezetése. Amint a HMKE által megtermelt, de el nem használt energiát nem kell akkumulátorban eltárolni, a beruházási és fenntartási költségek csökkenése miatt rövidebb idő alatt (a 30 éves élettartamon belül) térülhet meg a kiserőmű. Akkor is pozitív irányba változhat a megtérülés, ha a bruttó elszámolással a szolgáltató kifizeti a hálózatba táplált villamos energiát ezáltal csökkentve annak évi fenntartási költségeit.

Láthattuk, hogy minél nagyobb az infláció, a maradványérték annál nagyobb összeget fog képviselni. Ha az infláció 30 éven keresztül tartósan magas, kétszámjegyű marad, jobban megéri napelemes rendszert telepíttetni. Jelen helyzetben azonban összességében jobban járunk, ha a pénzünket inkább bankbetétben helyezzük el.

Mindezek mellett azt is érdemes átgondolni, hogy a napelemes rendszer növelni fogja az ingatlan értékét, nem beszélve arról, hogy a mindennapokban egy ilyen rendszer biztonságot is tud nyújtani a tulajdonosnak egyrészt a folyamatosan emelkedő energiaárak, másrészt az energiafüggetlenség miatt. Ezt megerősíti, hogy a budapesti Groupama Arénában 2023. február 16-án tartott MVM-csoport energetikai konferenciáján Lantos Csaba energiaügyi miniszter elmondta (Telepaks Médiacentrum, 2023), hogy a korábbiakhoz képest ötször annyi tőke áll rendelkezésre az energetikai beruházások, hálózatfejlesztés, alállomások fejlesztésének megvalósításához, hogy Magyarország energiaszuverenitása megvalósulhasson. Tehát a jövőben több, nagyobb volumenű, HMKE telepítését célzó állami támogatás is valószínűsíthető, így növekedni fog a kiserőművek száma és beépített teljesítőképességük is. 2023. januárban a hazai napelemek összteljesítménye már meghaladta a 4 GW-ot, jelenleg további 5 GW ipari napelempark és 100 000 HMKE előkészítése van folyamatban, így az összteljesítmény pár éven belül elérheti a 10 GW-ot (jelenleg az ország fogyasztása átlagosan 6,5 GWh). Tehát a fejlesztésekkel el fogjuk azt érni, hogy lesz olyan időszak, amikor a napelemek együttesen több villamos energiát fognak termelni, mint amennyit az ország elfogyaszt.

Irodalomjegyzék

- 7/2022. (VII. 21.) MEKH rendelet az egyes egyetemes szolgáltatási árszabások meghatározásáról szóló 259/2022. (VII. 21.) Korm. rendelet szerint egyetemes szolgáltatás keretében vételezett villamos energia lakossági piaci árának meghatározásáról.
- 13/2022. (XI. 18.) MEKH rendelet a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és külön díjak alkalmazási szabályairól szóló 10/2016. (XI. 14.) MEKH rendelet és a villamos energia rendszerhasználati díjak, csatlakozási díjak és külön díjak meghatározásának a 2021. április 1. napjával induló árszabályozási ciklusra vonatkozó keretszabályairól szóló 12/2020. (XII. 14.) MEKH rendelet módosításáról.
- 259/2022. (VII. 21.) Korm. rendelet egyes egyetemes szolgáltatási árszabások meghatározásáról.
- 413/2022. (X. 26.) Korm. rendelet a veszélyhelyzet idején a háztartási méretű kiserőművek közcélú hálózatba történő feltáplálásának kérdéseiről.
- Államadósság Kezelő Központ (2023): Sajtóközlemény.
<<https://akk.hu/content/path=UJPMAP2301>> (2023.02.09.)
- Brealey, R. A., Myers, S. C. (2005): *Modern vállalati pénzügyek*. Panem, Budapest.
- Előd F. (2022): Váratlan helyről kaptak újabb csapást a napelemesek, mindenkinek borul a megtérülése. <<https://telex.hu/gazdasag/2022/12/16/napelemes-haztartasi-kiseromu-eves-szaldoelszamolas-kivezetese-havi-szaldo>> (2023.02.09.)
- Európai Bizottság (2023): A Tanács végrehajtási határozata Magyarország helyreállítási és rezilienciaépítési terve értékelésének jóváhagyásáról. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52022PC0686>> (2023.02.17.)
- EU-SOLAR (2021): Napelem kalkulátor: Mennyi idő alatt térül meg a napelem? <<https://www.eu-solar.hu/blog/mennyi-ido-alatt-terul-meg-a-napelem/>> (2023.02.10.)
- K. Kiss G. (2023): Meg kell szüntetni a napelemstopot, hogy az ország hozzáférhessen az EU-pénzekhez. <<https://24.hu/fn/gazdasag/2023/01/31/napelem-napelemstop-napkollektor-naperomu-elektromos-megujulo-energia-aram-halozat-eu-rrf/>> (2023.02.17.)
- Magyar Nemzeti Bank (2022): Inflációs jelentés (2022. december). <<https://www.mnb.hu/letoltes/hun-ir-digitalis-16.pdf>> (2023.02.15.)

- MAVIR (2022): PV statsztika. <https://mavir.hu/documents/10258/245268747/PV+STATISZTIKA_HU_20221101_ig_v1.pdf/f8b5fe44e-2914-4051-2f94-5cf50bb6bae0?t=1668441993135> (2023.01.18.)
- Mészáros L., Schottner K. (2015): *Megújuló energiatermelő rendszerek, Napelemes erőművek*. Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai Tagozat.
- MVM (2022): Villamos energia díjak az egyetemes szolgáltatásban lakossági ügyfeleknek 2022. augusztus 1-jétől. <<https://www.mvmnext.hu/ee/elmu/file/downloadfile?id=daf8fc17-f774-420d-92cc-c3a82863d3b7>> (2023.02.10.)
- MVM Optimum (2023): Otthoni villamosenergia-tárolás. <<https://mvmoptimum.hu/termekek/lakossagi-termekek/energiatarolas/otthoni-energia-tarolasi-megoldasok/>> (2023.02.17.)
- Naplopó (2023): A napelemes rendszerek gazdaságossága. <<https://www.naplopo.hu/miert-napenergia/gazdasagossag-megteruelesi-ido/napelemek-megterulese>> (2023.01.10.)
- Panelectron (2023): Napelemes rendszer méretezése. <https://panelectron-shop.hu/szigetuzemu_napelemes_rendszer_meretezese> (2023.02.11.)
- Papp P., Szűcs E. (2013): *Beruházási alapismeretek*. TERC Kft., Budapest.
- SolarEdge (2023) <<https://www.solaredge.com/>> (2023.02.17.)
- Somogyiné Molnár J., Szalánczi D. (2022): Napelemes rendszerek megtérülési idejének vizsgálata. In: Pintér J. (szerk.): *Elektrotechnikai és Elektronikai Szeminárium 2022: konferencia előadások publikációi*, Miskolc. 119–135.
- Szabó Gy. (2023): Meggondolhatta magát a kormány a napelemekkel kapcsolatban. <<https://index.hu/gazdasag/2023/01/30/energia-veszelyhelyzet-energiavalesag-napelem-napenergia/>> (2023.02.17.)
- Telepaks Médiacentrum (2023): A növekvő igények kielégítése során számítanak az atomenergiára. <<https://www.telepaks.net/2023/02/16/a-novekvo-igenyek-kielegitese-soran-szamitanak-az-atomenergiara/>> (2023.02.17.)
- Véghely T. (2013): *Napelemek és napelemrendszerek szerelése*. CSER Kiadó, Budapest.
- Véghely T. (2014): *Napelemes rendszerek villamos berendezései*. CSER Kiadó, Budapest.
- Wagner Solar (2021): Napelemes rendszer típusok között fontos különbségek. <<https://wagnersolar.hu/napelemes-rendszer-tipusok-mukodes-szerint/>> (2023.02.10.)
- Zsótér B. (2019): *Vállalati gazdaságtan és pénzügyi ismeretek mérnököknek*. Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged.